

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-177660

(43)Date of publication of application : 30.06.1998

(51)Int.Cl.

G06T 15/00

G09G 5/36

G09G 5/36

(21)Application number : 08-335509

(71)Applicant : TAKENAKA KOMUTEN CO LTD

(22)Date of filing : 16.12.1996

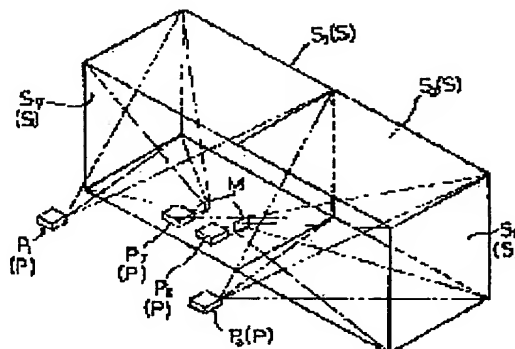
(72)Inventor : NISHIMURA HIDEO  
NISHIKAWA KIYOSHI  
AKIMICHI SHINJI  
KITAHARA HIDEO  
KUWAMURA FUMIAKI

## (54) IMAGE GENERATING METHOD, IMAGE GENERATING DEVICE AND VIRTUAL REALITY EXPERIENCE DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To express a large space with no distortion in a facility install space made compact as much as possible based on three-dimensional (3D) graphic data expressing an object space by previously correcting the distortion to be generated when extracted two-dimensional(2D) image data are projected from a viewpoint position different from viewpoint position relation with a projection plane to a projection plane having the equivalent relation with the projection plane.

**SOLUTION:** First of all, the 2D image data extracted from the 3D graphic data expressing the object space as a perspective direct projection picture onto the projection plane crossing at any arbitrary angle are projected from the viewpoint position equivalent with the viewpoint position relation with the projection plane onto the projection plane having the relation equivalent with the projection plane by projection planes S1 and S2 and video projection equipment P1 and P2. Next, the 2D image data edited to be distorted for previously avoiding the distortion, which is generated in the case of projection from the viewpoint position different from the viewpoint position relation with the projection plane onto the projection plane having the relation equivalent with the projection plane, are projected by projection planes S3-S8 and video projection equipment P3-P8.



\* NOTICES \*

5 JPO and INPIT are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect  
the original precisely.

10 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

[Claim(s)]

15 [Claim 1]From three-dimensional graphical data showing object space,  
two-dimensional image data corresponding to predetermined viewpoint data, An  
image generation method distorted-ization-edited so that distortion produced when it  
projects to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of  
projection from a view position which extracts as a projection to arbitrary surfaces of  
projection, and is different from a view position relation to said surface of projection in  
extracted two-dimensional image data may be amended beforehand.

20 [Claim 2]From three-dimensional graphical data showing object space,  
two-dimensional image data corresponding to predetermined viewpoint data, It  
extracts according to each as a projection to at least two surfaces of projection which  
cross at arbitrary angles, An image generation method distorted-ization-edited so that  
distortion produced when it projects to a projection surface which has a relation  
25 equivalent to said surface of projection from a view position which is different from a  
view position relation to said surface of projection in at least one side among extracted  
two-dimensional image data may be amended beforehand.

[Claim 3]An image generating device which is provided with the second image editing  
means distorted-ization-edited so that distortion produced when it projects to a  
30 projection surface characterized by comprising the following may be amended  
beforehand, and is constituted.

The first image editing means that extracts two-dimensional image data  
corresponding to predetermined viewpoint data from three-dimensional graphical data  
showing object space as a projection to arbitrary surfaces of projection.

35 A relation equivalent to a view position which is different from a view position relation  
to said surface of projection in two-dimensional image data extracted by said first  
image editing means to said surface of projection.

[Claim 4]An image generating device which is provided with the second image editing

means distorted-ization-edited so that distortion produced when it projects to a projection surface characterized by comprising the following may be amended beforehand, and is constituted.

The first image editing means that extracts two-dimensional image data corresponding to predetermined viewpoint data from three-dimensional graphical data showing object space according to each as a projection to at least two surfaces of projection which cross at arbitrary angles.

A relation equivalent to a view position which is different from a view position relation to said surface of projection in at least one side among two-dimensional image data extracted by said first image editing means to said surface of projection.

[Claim 5]From three-dimensional graphical data showing object space, it corresponds to predetermined viewpoint data, A virtual reality experiencing device provided with the first movie projector style projected to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a view position equivalent to a view position relation [ image data / which was extracted according to each as a projection to at least two surfaces of projection which cross at arbitrary angles / two-dimensional ] to said surface of projection.

[Claim 6]From three-dimensional graphical data showing object space, it corresponds to predetermined viewpoint data, It is extracted as a projection to arbitrary surfaces of projection, A virtual reality experiencing device provided with the second movie projector style which projects said two-dimensional image data distorted-ization-edited so that distortion produced when it projects to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a different view position from a view position relation to said surface of projection might be amended beforehand.

[Claim 7]A virtual reality experiencing device comprising:

From three-dimensional graphical data showing object space, it corresponds to predetermined viewpoint data, The first movie projector style projected to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a view position equivalent to a view position relation [ image data / which was extracted according to each as a projection to at least two surfaces of projection which cross at arbitrary angles / two-dimensional ] to said surface of projection.

The second movie projector style which projects said two-dimensional image data distorted-ization-edited so that distortion produced when it projects to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a different view position from a view position relation to said surface of projection might be amended beforehand.

[Claim 8]A virtual reality experiencing device given in seven from claim 5 which comprises an intersecting plane of the fifth page in transverse plane of four directions where a transverse plane has been arranged at the depth side to a predetermined view position which said surface of projection faces said object space.

[Claim 9]From three-dimensional graphical data showing object space, two-dimensional image data corresponding to predetermined viewpoint data, Extract as a projection to arbitrary surfaces of projection, and extracted two-dimensional image data, A recording medium with which two-dimensional image data distorted-ization-edited so that distortion produced when it projects to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a different view position from a view position relation to said surface of projection might be amended beforehand was recorded.

[Detailed Description of the Invention]  
[0001]

[Field of the Invention]This invention about the image generation method, an image generating device, and a virtual reality experiencing device in detail, For example, based on the three-dimensional graphical data which expresses a target building for the purpose of performing assessment, such as a building, etc., It is related with the image generation method which generates the picture for projection to at least two projection surfaces which cross at arbitrary angles, an image generating device, and the virtual reality experiencing device provided with the movie projector style which projects the generated picture.

[0002]  
[Description of the Prior Art]In recent years, in the planning phase or the design stage, the prior evaluation examination to the appearance and introspection of a building, etc. are tried using the landscape simulation by computer graphics (it is hereafter described as "CG"). it is however, like a building -- a large -- when aimed at a scale thing, only by displaying a CG image on a small monitoring device, since it is hard to grasp original spatial breadth and feeling of a scale, an understanding has a limit, and a planned intention may fully be unable to transmit to a partner. Then, it is possible to try the landscape simulation as for which a feeling of presence occurs more using virtual reality (it is hereafter described as "VR".) art, and as a display for it, The virtual reality experiencing device using the dome shape screen shown in drawing 13, the arch type screen shown in drawing 14, and the core box screen of the rear projection system shown in drawing 15 is proposed.

[0003]  
[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, there were the following problems in each conventional virtual reality experiencing device mentioned above. That is, in a dome shape screen method, when large-scale hardware is needed and institution capacity projects the image of not only becoming large but a skyscraper etc., it curves perpendicularly and is visible. When an arch type screen method is adopted, since projection of the upper and lower sides cannot be performed, it cannot project so that a field of view may be covered. When the core box screen method by rear projection was adopted, there were problems -- since it not only cannot perform projection of the

upper and lower sides, but the frame supporting a screen is reflected to a screen, it is hard coming to see. The purpose of this invention cancels a fault conventionally which was mentioned above, and is at the point of providing the image generation method, image generating device, and virtual reality experiencing device which can express  
5 between the skies which do not have distortion in the compactest possible institution installation space, based on the three-dimensional graphical data showing object space.  
[0004]

[Means for Solving the Problem]In order to attain this purpose, the first feature composition of an image generation method by this invention, From three-dimensional  
10 graphical data showing object space as indicated to claim 1 of a column of a claim. Two-dimensional image data corresponding to predetermined viewpoint data is extracted as a projection to arbitrary surfaces of projection, It is in a point distorted-ization-edited so that distortion produced when it projects to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a view  
15 position which is different from a view position relation to said surface of projection in extracted two-dimensional image data may be amended beforehand. The second feature composition of an image generation method by this invention, From three-dimensional graphical data showing object space as indicated to claim 2 of a column of a claim. Two-dimensional image data corresponding to predetermined  
20 viewpoint data is extracted according to each as a projection to at least two surfaces of projection which cross at arbitrary angles, It is in a point distorted-ization-edited so that distortion produced when it projects to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a view position which is different from a view position relation to said surface of projection in at least one side among extracted  
25 two-dimensional image data may be amended beforehand.

[0005]The first feature composition of an image generating device by this invention, The first image editing means that extracts two-dimensional image data corresponding to predetermined viewpoint data from three-dimensional graphical data showing object space as a projection to arbitrary surfaces of projection as indicated to  
30 claim 3 of a column of a claim, Two-dimensional image data extracted by said first image editing means, It is in a point which is provided with the second image editing means distorted-ization-edited so that distortion produced when it projects to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a different view position from a view position relation to said surface of projection may  
35 be amended beforehand, and is constituted. The second feature composition of an image generating device by this invention, From three-dimensional graphical data showing object space as indicated to claim 4 of a column of a claim. The first image editing means that extracts two-dimensional image data corresponding to predetermined viewpoint data according to each as a projection to at least two surfaces  
40 of projection which cross at arbitrary angles, Among two-dimensional image data extracted by said first image editing means, at least one side, It is in a point which is

provided with the second image editing means distorted-ization-edited so that distortion produced when it projects to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a different view position from a view position relation to said surface of projection may be amended beforehand, and is constituted.

[0006]The first feature composition of a virtual reality experiencing device by this invention, It corresponds to predetermined viewpoint data from three-dimensional graphical data showing object space as indicated to claim 5 of a column of a claim, It is in a point provided with the first movie projector style projected to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a view position equivalent to a view position relation [ image data / which was extracted according to each as a projection to at least two surfaces of projection which cross at arbitrary angles / two-dimensional ] to said surface of projection. The second feature composition of a virtual reality experiencing device by this invention, It corresponds to predetermined viewpoint data from three-dimensional graphical data showing object space as indicated to claim 6 of a column of a claim, It is in a point provided with a movie projector style which projects said two-dimensional image data distorted-ization-edited so that distortion produced when it projects to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a view position which is extracted as a projection to arbitrary surfaces of projection, and is different from a view position relation to said surface of projection might be amended beforehand. The third feature composition of a virtual reality experiencing device by this invention, It corresponds to predetermined viewpoint data from three-dimensional graphical data showing object space as indicated to claim 7 of a column of a claim, Two-dimensional image data extracted according to each as a projection to at least two surfaces of projection which cross at arbitrary angles, The first movie projector style projected to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a view position equivalent to a view position relation to said surface of projection, It is in a point provided with the second movie projector style which projects said two-dimensional image data distorted-ization-edited so that distortion produced when it projects to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a different view position from a view position relation to said surface of projection might be amended beforehand. The fourth feature composition of a virtual reality experiencing device by this invention is at a point which comprises the above-mentioned first in an intersecting plane of the fifth page in transverse plane of four directions to a predetermined view position which said surface of projection faces said object space in addition to the third feature composition as it was indicated to claim 8 of a column of a claim.

[0007]As having indicated the first feature composition of a recording medium by this invention to claim 9 of a column of a claim, From three-dimensional graphical data showing object space, two-dimensional image data corresponding to predetermined

viewpoint data, Extract as a projection to arbitrary surfaces of projection, and extracted two-dimensional image data, It is in a point that two-dimensional image data distorted-ization-edited so that distortion produced when it projects to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a different view position from a view position relation to said surface of projection might be amended beforehand was recorded.

[0008]The operation is explained below. For example, when performing prior examination to appearance and introspection of a building, etc., the first image editing means, As opposed to three-dimensional graphical data showing object space generated beforehand, If predetermined viewpoint data which defines a view position and direction which should be evaluated is inputted, illustrating which passed that surface of projection by making into a look an altitude to a surface of projection arbitrarily set up from that viewpoint data -- a field, i.e., view space, is demarcated, three-dimensional graphical data contained in this view space is transformed as a fluoroscopy direct projection to said surface of projection, and it extracts as two-dimensional image data. Here, central projection means projection when distance of a viewpoint and a surface of projection is limited, means here projection when direct projection has a right-angled angle which direction (optical axis) of a look and a surface of projection accomplish, and says projection when fluoroscopy direct projection combines them. Now, when it projects to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a view position equivalent to a view position relation [ image data / which was extracted by said first image editing means / two-dimensional ] to said surface of projection, become similar figures geometrically, and it will be distorted and will project correctly [ there is nothing and ], but. When it projects to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a view position un-equivalent to a view position relation to said surface of projection, image distortion will occur. For example, when projecting from an oblique direction to a projection surface by a case as an optic axis of an optical system for projection over a projection surface has said look and a certain angle and shifted, it corresponds. In this case, image distortion produced in a projection surface will be beforehand amended by performing distorted-ized edit of an inverse characteristic beforehand by the second image editing means to two-dimensional image data extracted by said first image editing means.

[0009]From predetermined viewpoint data inputted to three-dimensional graphical data showing object space. A transverse plane constitutes a surface of projection where above-mentioned fluoroscopy direct projection is made from an intersecting plane of the fifth page in transverse plane of four directions arranged at the depth side, The first movie projector style is constituted so that it may project to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a view position equivalent to a view position relation [ image data / corresponding to the fifth page obtained about each surface of projection / two-dimensional ] to each surface of

projection. When an evaluator looks at a projection surface which consists of the equivalent view position in an intersecting plane of the fifth page in transverse plane of four directions, It becomes possible to realize virtually architectural space which is full of presence, and according to the movie projector style which comprises such a projection surface and a movie projector machine, between the skies can be expressed in the compactest possible institution installation space.

[0010]However, it may be actually difficult to install two or more movie projector machines projected to each projection surface in an equivalent view position. Although there are generally a film projection machine etc. as a slide projection machine and an animation as a still picture as a movie projector machine, it is because each of these needs predetermined exclusive space. Then, if it installs so that it may project to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a view position un-equivalent to a view position relation [ machines / arbitrary / movie projector ] to said surface of projection, a problem of movie projector machine installation will be solved. And if distorted-sized edit of an inverse characteristic is beforehand performed by the second image editing means to two-dimensional image data extracted by said first image editing means as mentioned above, Even if it is a case where it projects to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a view position un-equivalent to a view position relation to said surface of projection, it becomes screenable in the state where there is no image distortion. That is, the second movie projector style which projects said two-dimensional image data distorted-ization-edited so that distortion produced when it projects to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a view position un-equivalent to a view position relation to said surface of projection might be amended beforehand is provided.

[0011]

[Effect of the Invention]As explained above, according to this invention, based on the three-dimensional graphical data showing object space, the image generation method, image generating device, and virtual reality experiencing device which can express between the skies which do not have distortion in the compactest possible institution installation space can be provided now.

[0012]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, the image generation method, image generating device, and virtual reality experiencing device concerning this invention are explained based on a drawing. As shown in drawing 4 from drawing 1, the virtual reality experiencing device consists of the image projector machines P which a transverse plane projects from the front-face side in the orthogonal plane in transverse plane of four directions arranged at the depth side corresponding to the screen (it is hereafter described as "the projection surface S".) arranged at case shape, and each projection surface S. If it explains in full detail, the space scale which comprises said box-like projection surface S, As 5.6 m in width, 2.1 m in height, and depth of 1.8 m



are consisted of by the size settled in the usual general office capacity and it is shown in drawing 5, Transverse-plane  $S_1$  which comprises the second page of right and left,  $S_2$ , upper surface  $S_3$ ,  $S_4$ , As it changes in the orthogonal plane of a total of eight sheets of undersurface  $S_5$ ,  $S_6$ , left surface  $S_7$  that comprises the first page each, and right face  $S_8$  and is shown in drawing 3 from drawing 1, it is made to correspond to each projection surface  $S$ , and eight sets ( $P_1$ , .....,  $P_8$ ) of the image projector machines  $P$  are installed. Establish the seat for experiencing persons in the right-and-left middle position of the near-side opening of said box-like projection surface  $S$ , and it is considered as the evaluation positions  $R$ , The video information projected from each image projector machine  $P$  ( $P_1$ , .....,  $P_8$ ) so that the image reflected in all the projection surfaces  $S$  may be in sight with a sense of togetherness for the experiencing person who took a seat to the evaluation positions  $R$  is beforehand generated by the below-mentioned image generation method or the image generating device. It has realized the compact optical system using a wide-angle lens (not shown) and the reflector  $M$  while using a slide projector, in order for said image projector machine  $P$  to make high resolution in said image side  $S$ . The section is constituted using the ripple board used as a wave type that the phenomenon in which the projected light to one certain projection surface reflects said projection surface  $S$  in the adjoining projection surface which intersects it, and the color tone of an adjoining projection surface becomes thin should be avoided.

[0013]Below, the image generation method which generates the picture information which should be projected from said image projector machine  $P$ , and the image generating device using the method are explained. Memory storage (not shown) which stored the three-dimensional graphical data to which an image generating device expresses object space, It consists of the three-dimensional graphical data by the program which operates the graphics workstation (not shown) which generates desired two-dimensional graphical data, and its graphics workstation, The first image editing means that extracts the two-dimensional image data corresponding to predetermined viewpoint data from the three-dimensional graphical data which expresses functionally the object space of the request stored in said memory storage as a fluoroscopy direct projection to arbitrary surfaces of projection, It has the second image editing means distorted-ization-edited so that distortion produced when it projects to the projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a view position which is different from the view position relation to said surface of projection in the two-dimensional image data extracted by said first image editing means may be amended beforehand, and constitutes.

[0014]The editing procedure by the first editing means is explained based on the flow chart shown in drawing 6. The three-dimensional graphical data which first expresses the object space of the request stored in said memory storage, That is, while reading into the internal memory of said graphics workstation the three dimensional shape data of the building arranged in object space, a color and texture data, writing data,

etc., the viewpoint data which becomes by the view position and direction (look) is read <#1, #2>. An experiencing person's view position in the evaluation positions R which view position R' mentioned above here as shown in drawing 7. (it is hereafter described as "evaluation positions".) -- so that it may correspond and the physical relationship of the evaluation positions R and the projection surface S may be held at a relation equivalent to the physical relationship of view position R' and surface-of-projection S', Box-like surface-of-projection S' is set up so that an altitude with transverse-plane S<sub>1</sub> of said projection surface S and S<sub>2</sub> may lap with the direction from view position R' from the evaluation positions R. Next, although the projection from view position R' to surface-of-projection S' is extracted, surface-of-projection S' also needs to extract those of S'S from 1' s with eight sheet, and eight projections corresponding to it corresponding to the projection surface S. As shown in drawing 8 (b), from view position R', make the altitude to surface-of-projection S'<sub>1</sub> into a look first, and Then, <#3>, illustrating through the surface-of-projection S'<sub>1</sub> -- a field, i.e., view space, [ demarcate and ] Only the three-dimensional graphical data contained in this view space is chosen as an image display portion, <#4> and selected three-dimensional graphical data are transformed as a fluoroscopy direct projection to said surface-of-projection S'<sub>1</sub>, and a generating picture is carried out as <#5> and two-dimensional image data <#6>. Hereafter, as shown in (\*\*) from drawing 8 (b), it applies to surface-of-projection S 'surface of projection S from 2' s, and <#6> is repeated from an above-mentioned step <#3>.

[0015]Generally, projection when the distance of a viewpoint and a surface of projection is limited is called central projection, projection when direct projection has a right-angled angle which direction (optical axis) of a look and a surface of projection accomplish is said, and projection when fluoroscopy direct projection combines them is said. An above-mentioned step <#5> is explained in full detail using drawing 7. Coordinates calculation of a projection is performed from the relation between the world coordinate XYZ and the view point coordinate system xyz. The position of a viewpoint and the position of the environment of a direction, a subject, and its circumference are determined by the world coordinate fixed to the ground surface, and the Z-axis sets up the XY plane of a world coordinate perpendicularly horizontally. The y-axis sets the x axis of viewpoint coordinates as an optical axis in parallel become parallel to U axis of a UNV coordinate system. A surface of projection turns into UV flat surface here. The arbitrary points p of space shall be defined in a world coordinate, and the coordinates shall be expressed with (X, Y, Z). If \*\* is set to alpha, at least (x<sub>e</sub>, y<sub>e</sub>, z<sub>e</sub>), and a direction set an ascending vertical angle to beta for the coordinates of a viewpoint and the point p is expressed in a view point coordinate system as p'=(x, y, z), the following expressions of relations will be realized among both.

[0016]

[Equation 1]

[0017]Namely, it becomes a formula which performs transparent transformation of object shape by making the view point coordinate system xyz into the starting point, Coordinate conversion of the three-stage of carrying out parallel translation of the view point coordinate system, bringing the starting point of a view point coordinate system to viewpoint coordinates ( $x_e, y_e, z_e$ ), rotating only the angle of direction  $\alpha$  to the circumference of the Z-axis of a view point coordinate system, and rotating only the ascending vertical angle  $\beta$  around a Y-axis will be performed. If the screen which projects a three dimensional image is provided at right angles to the x axis of a view point coordinate system and distance of sight (distance from a viewpoint to the starting point of a UVN coordinate system) is set to  $f$ , the coordinates ( $U, V$ ) of point  $p'$  on the surface of projection of the point  $p$  in space will be  $U=f \cdot (y/x)$  and  $V=f \cdot (z/x)$ . It can come out and ask. When the viewpoint and the attention point  $L(X_L, Y_L, Z_L)$  are known, by several 2. When an angle of direction and an ascending vertical angle can be found and distance  $C_L$  by the angle of direction, the ascending vertical angle, and the method attention point  $L$  of a viewpoint is known, viewpoint coordinates ( $x_e, y_e, z_e$ ) can be found by several 3.

[0018]

[Equation 2]

[0019]

[Equation 3]

[0020]The two-dimensional image data of eight sheets corresponding to surface-of-projection  $S$  'surface of projection  $S$  from  $1'$  is extracted by said first image editing means, From the view position  $R$  equivalent to the view position relation to surface-of-projection  $S'$ , i.e., evaluation positions, When it projects so that the image in the boundary part of the state fit for the projection surface  $S$  which has a relation equivalent to surface-of-projection  $S'$ , and the projection surface  $S$  which gets blocked and adjoins may continue, it becomes the composition of transparent transformation with similar figures geometrically, By that which it is distorted and is projected correctly [ there is nothing and ] (it is equivalent to video projecting device  $P_1$  and  $P_2$ ), the image with which the experiencing person who took a seat to the evaluation positions  $R$  of the previous virtual reality experiencing device was reflected in all the projection surfaces can be seen with a sense of togetherness. However, as mentioned above, since respectively peculiar exclusive space is needed, it becomes difficult actually to install two or more image projector machines projected to each projection surface  $S$  in the evaluation positions  $R$ . Then, if it installs so that it may project to the projection surface  $S$  which has a relation equivalent to said surface-of-projection  $S'$  from the evaluation positions  $R$  which are different from the view position relation to said surface-of-projection  $S'$  in arbitrary image projector machines, will solve the

problem of image projector machine installation, but. Since the optic axis of the optical system for projection over the projection surface S will shift with the look and a certain angle at the time of the transparent transformation in the first image editing means if the obtained two-dimensional image data is projected as it is, That is, since it is vertically unscreenable to a projection surface, it becomes what (it is equivalent to  $P_8$  from video projecting device  $P_3$ .) image distortion generates. Then, the second image editing means is established that the image distortion produced in a projection surface should be amended beforehand by performing distorted-sized edit of an inverse characteristic beforehand to the two-dimensional image data extracted by said first image editing means. <#12> constituted so that image data may be outputted after reading the distorted-sized data to required each image data and image data of distorted-sized edit and performing the below-mentioned picture distortion-sized editing processing to <#11> and each image data, as said second image editing means is shown in drawing 9 <#13>, The picture distortion-sized editing processing of an above-mentioned step <#12> is explained in full detail below. as opposed to the source image of the rectangle which makes  $ad=bc=W$  and  $abcd$  used as  $ab=cd=H$  a vertex as shown in drawing 10 (b) --  $ad=W$  and  $b'c$  -- distorted-sized edit is performed to the trapezoid picture which makes a vertex  $ab'c'd$  used as  $'=W'$ , height  $H'$ . If it furthermore explains in full detail, as shown in drawing 11. When it enters by the predetermined incidence angle which becomes settled in the optic axis with the image projector machine P and the physical relationship of the projection surface S in a previous virtual reality experiencing device. If it projects so that a picture may be made to fit in the direction of length  $L'$  of the projection surface S (when the image projector machine has been arranged so that an optic axis may be leaned only to one side of a rectangular projection surface), a ratio with length L of virtual projection surface S' vertical to the optic axis at that time --  $L/L' -- H'$  -- since it becomes equal to  $/H$ ,  $H'$  can be found from this relation --  $W' -- W'$  -- it can be found with  $=(2H' - H) W/H$ . Distorted-sized edit of each pixel which constitutes a picture uses the double ratio which maintains eternal relations also by projection. Since the projecting position of the 4th point that relative location with those points was given will be determined if those projecting positions are decided when three on the straight line of space are projected to up to other straight lines according to the double ratio, As are shown in drawing 12, and the relation between  $AC \cdot BD/BC \cdot AD=A'C'$ ,  $B'D'/B'C'$ , and  $A'D'$  is materialized and it is shown in drawing 10 (\*\*) and (\*\*), a source image -- three -- a point -- a -- e -- b -- it -- corresponding -- distorted -- izing -- edit -- the back -- a picture -- a -- ' -- e -- ' -- b -- ' (e is the middle point of the neighborhood ab here.) -- setting up -- if -- the -- four -- a point -- x -- receiving -- transformation positions -- x -- ' -- becoming settled . Distorted-sized edit is made by repeating this about each pixel. Namely, above-mentioned projection surface  $S_1$ , image projector machine  $P_1$ , and projection surface  $S_2$  and image projector machine  $P_2$  correspond to predetermined viewpoint data from the three-dimensional graphical data showing object space, The

two-dimensional image data extracted according to each as a fluoroscopy direct projection to at least two surfaces of projection which cross at arbitrary angles. It becomes the first movie projector style projected to the projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a view position equivalent to the view position relation to said surface of projection, Projection surface  $S_3$  and image projector machine  $P_3$  to projection surface  $S_3$  and image projector machine  $P_3$ , It becomes the second movie projector style which projects said two-dimensional image data distorted-ization-edited so that distortion produced when it projects to the projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a different view position from the view position relation to said surface of projection might be avoided.

[0021]Another embodiment of this invention is described below. Although what constitutes the projection surface  $S$  from an orthogonal plane of the 5th page in transverse plane of four directions was explained, it may constitute from an embodiment mentioned above so that it may cross with an obtuse angle in addition to that that and each projection surface cross at right angles. By setting especially intersecting angles of a transverse plane and the upper surface as an obtuse angle, it becomes possible to reduce a feeling of oppression to an experiencing person. Although it is because this has an advantage which can install an image projector machine in an experiencing person's right-and-left both horizontal direct near position so that it may project separately in each field although what constituted an up-and-down transverse plane from two sheets of right and left was explained, the number of sheets is arbitrary. Although an embodiment mentioned above explained what projects a still picture using a slide projector as an image projector machine, video may be projected using a liquid crystal projector etc. It is good also as a system in which a corporal vision which adopted an anaglyph method, a liquid crystal shutter method, etc. is possible. In this case, an effect which makes not conspicuous some discontinuity of a projection picture looked at by boundary part of it not only becoming possible to do presence so more but a projection surface is acquired. Although an embodiment mentioned above explained a thing using a slide generated by an above-mentioned image generating device in a picture which should be beforehand projected as an image projector machine as a recording medium, For example, since interactive nature which can change arrangement of furniture etc. in an instant is required, a system can also consist of interior examination so that an image projector machine and an image generating device may be made to link and this demand can be met. For example, what adopts a graphics workstation as an image generating device linked to it can be considered, using a liquid crystal projector as an image projector machine. It cannot be overemphasized that arbitrary recording media, such as semiconductor memory, a magnetic disk, and an optical disc, can be used as a recording medium in these cases. Namely, two-dimensional image data corresponding to viewpoint data predetermined from three-dimensional graphical data showing object space, Extract as a projection to

arbitrary surfaces of projection, and extracted two-dimensional image data, A recording medium with which two-dimensional image data distorted-ization-edited so that distortion produced when it projects to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a different view position from a view position relation to said surface of projection might be amended beforehand was recorded, Arbitrary recording media, such as a slide with which the two-dimensional image data concerned was recorded, semiconductor memory, a magnetic disk, and an optical disc, are meant. Although an embodiment mentioned above explained as a thing made to correspond when an image projector machine had been arranged so that an optic axis may be leaned for distorted-ized editing processing by the second image editing means only to one side of a rectangular projection surface as an image editing method and a device, It is possible not to limit arrangement of a projection surface and an image projector machine to this, not to limit for an algorithm of distorted-ized editing processing for avoiding distortion then produced to an above-mentioned thing, and to use other method devices. It may constitute from an algorithm which parameterized distorted-ized editing processing based on arrangement of a projection surface and an image projector machine. That is, distorted-ization on a projection surface is decided by inclination by projection surface and an optic axis. Therefore, when an angle of an optic axis and a projection surface is vertical, there is no distortion, and when an optic axis leans to one of neighborhoods, or both neighborhoods, distorted-ized shape is decided by inclination. Namely, what is necessary is just to let three-dimensional inclination to a perpendicular direction to a projection surface of an optic axis be a parameter. It corresponds to predetermined viewpoint data from three-dimensional graphical data which expresses object space with an above-mentioned embodiment, Two-dimensional image data extracted according to each as a projection to at least two surfaces of projection which cross at arbitrary angles, The first movie projector style projected to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a view position equivalent to a view position relation to said surface of projection, Explained a virtual reality experiencing device provided with both sides of the second movie projector style which projects said distorted-ization-edited two-dimensional image data so that distortion produced when it projects to a projection surface which has a relation equivalent to said surface of projection from a different view position from a view position relation to said surface of projection might be amended beforehand, but. As a virtual reality experiencing device, it may constitute only from a second movie projector style, and may constitute only from a first movie projector style. In constituting only from a first movie projector style, two-dimensional image data extracted according to each so that a view position equivalent to a view position relation to said surface of projection may turn into a virtual light source position of a movie projector machine, It is realizable by building an optical system provided with a reflector made to reflect a projection bundle of rays from a movie projector machine arranged on the neighborhood.

Although an above-mentioned embodiment explained what carries out fluoroscopy direct projection as a projection, it may be parallel projection, and may be an oblique projection, and they may be those combination.

- 5     [Brief Description of the Drawings]
- [Drawing 1]The isometric drawing of a virtual reality experiencing device
- [Drawing 2]The isometric drawing of a virtual reality experiencing device
- [Drawing 3]The isometric drawing of a virtual reality experiencing device
- [Drawing 4]The top view of a virtual reality experiencing device
- 10    [Drawing 5]The explanatory view of a virtual reality experiencing device
- [Drawing 6]Flow chart
- [Drawing 7]The explanatory view of projection conversion
- [Drawing 8]The explanatory view of projection conversion
- [Drawing 9]Flow chart
- 15    [Drawing 10]The explanatory view of distorted-sized edit
- [Drawing 11]The explanatory view of distorted-sized edit
- [Drawing 12]The explanatory view of distorted-sized edit
- [Drawing 13]The explanatory view of a dome shape screen
- [Drawing 14]The explanatory view of an arch type screen
- 20    [Drawing 15]The explanatory view of a core box screen

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-177660

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月30日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I		
G06T 15/00		G06F 15/62	350	V
G09G 5/36	510	G09G 5/36	510	V
	520		520	D
		G06F 15/62	360	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全10頁)

(21) 出願番号	特願平8-335509	(71) 出願人	000003621 株式会社竹中工務店 大阪府大阪市中央区本町4丁目1番13号
(22) 出願日	平成8年(1996)12月16日	(72) 発明者	西村 英夫 大阪府大阪市中央区本町四丁目1番13号 株式会社竹中工務店大阪本店内
		(72) 発明者	西河 清 大阪府大阪市中央区本町四丁目1番13号 株式会社竹中工務店大阪本店内
		(72) 発明者	秋道 慎志 大阪府大阪市中央区本町四丁目1番13号 株式会社竹中工務店大阪本店内
		(74) 代理人	弁理士 北村 修 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像生成方法、画像生成装置、及び、仮想現実体験装置

(57) 【要約】

【課題】 可能な限りコンパクトな施設設置空間で歪みのない大空間を実物と同スケールで体感しうる仮想現実体験装置を提供する。

【解決手段】 対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所定の視点データに対応して、任意の角度で交差する少なくとも二つの投影面への透視直投影図として各別に抽出された二次元画像データを、前記投影面に対する視点位置関係と等価な視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写する第一映写機構と、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集された前記二次元画像データを映写する第二映写機構とからなり、前記投影面が、前記対象空間に臨む所定の視点位置に対して、正面が奥行き側に配置された上下左右正面の五面の交差平面で構成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所定の視点データに対応した二次元画像データを、任意の投影面への投影図として抽出し、抽出された二次元画像データを、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集する画像生成方法。

【請求項 2】 対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所定の視点データに対応した二次元画像データを、任意の角度で交差する少なくとも二つの投影面への投影図として各別に抽出し、抽出された二次元画像データのうち少なくとも一方を、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集する画像生成方法。

【請求項 3】 対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所定の視点データに対応した二次元画像データを、任意の投影面への投影図として抽出する第一画像編集手段と、前記第一画像編集手段により抽出された二次元画像データを、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集する第二画像編集手段とを備えて構成してある画像生成装置。

【請求項 4】 対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所定の視点データに対応した二次元画像データを、任意の角度で交差する少なくとも二つの投影面への投影図として各別に抽出する第一画像編集手段と、前記第一画像編集手段により抽出された二次元画像データのうち少なくとも一方を、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集する第二画像編集手段とを備えて構成してある画像生成装置。

【請求項 5】 対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所定の視点データに対応して、任意の角度で交差する少なくとも二つの投影面への投影図として各別に抽出された二次元画像データを、前記投影面に対する視点位置関係と等価な視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写する第一映写機構を備えた仮想現実体験装置。

【請求項 6】 対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所定の視点データに対応して、任意の投影面への投影図として抽出され、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集された前記二次元画像データを映写する第二映写機構を備えた仮想現実体験装置。

【請求項 7】 対象空間を表す三次元グラフィックデー

タから、所定の視点データに対応して、任意の角度で交差する少なくとも二つの投影面への投影図として各別に抽出された二次元画像データを、前記投影面に対する視点位置関係と等価な視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写する第一映写機構と、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集された前記二次元画像データを映写する第二映写機構とを備えた仮想現実体験装置。

【請求項 8】 前記投影面が、前記対象空間に臨む所定の視点位置に対して、正面が奥行き側に配置された上下左右正面の五面の交差平面で構成される請求項 5 から 7 記載の仮想現実体験装置。

【請求項 9】 対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所定の視点データに対応した二次元画像データを、任意の投影面への投影図として抽出し、抽出された二次元画像データを、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集した二次元画像データが記録された記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像生成方法、画像生成装置、及び、仮想現実体験装置に関し、詳しくは、例えば、建築物等の事前評価を行うこと等を目的として、対象建築物を表す三次元グラフィックデータに基づいて、任意の角度で交差する少なくとも二つの映写面への映写用の画像を生成する画像生成方法、画像生成装置、及び、生成された画像を映写する映写機構を備えた仮想現実体験装置に関する。

## 【 0 0 0 2 】

【従来の技術】近年、計画段階或いは設計段階において、コンピュータグラフィックス（以下、「CG」と記す。）による景観シミュレーションを用いて、建築物の外観や内観に対する事前の評価検討等が試みられている。しかし、建築物の様な大スケールなものを対象とする場合には、CG画像を小さなモニタ装置に表示するだけでは、本来の空間的広がりやスケール感が把握しづらいために理解に限界があり、相手に計画意図が十分に伝達できない場合がある。そこで、ヴァーチャルリアリティ（以下、「VR」と記す。）技術を用いてより臨場感ある景観シミュレーションを試みる事が考えられ、そのための表示装置として、図 1 3 に示すドーム型スクリーンや、図 1 4 に示すアーチ型スクリーンや、図 1 5 に示すリア投影方式の箱型スクリーンを用いた仮想現実体験装置が提案されている。

## 【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述した従来

の各仮想現実体験装置では以下の問題があった。即ち、ドーム型スクリーン方式では、大規模なハードウェアが必要となり施設容積が大きくなるばかりか、高層ビル等の映像を投影した場合には垂直方向が湾曲して見える。アーチ型スクリーン方式を採用した場合には、上下面の投影ができないために視界を覆うように投影できない。さらに、リア投影による箱型スクリーン方式を採用した場合には、上下面の投影ができないばかりでなく、スクリーンを支えるフレームがスクリーンに写るために見づらくなる等の問題点があった。本発明の目的は上述した従来欠点を解消し、対象空間を表す三次元グラフィックデータに基づいて、可能な限りコンパクトな施設設置空間で歪みのない大空間を表現しうる画像生成方法、画像生成装置、及び、仮想現実体験装置を提供する点にある。

【 0 0 0 4 】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、本発明による画像生成方法の第一の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項 1 に記載した通り、対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所定の視点データに対応した二次元画像データを、任意の投影面への投影図として抽出し、抽出された二次元画像データを、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集する点にある。さらに、本発明による画像生成方法の第二の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項 2 に記載した通り、対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所定の視点データに対応した二次元画像データを、任意の角度で交差する少なくとも二つの投影面への投影図として各別に抽出し、抽出された二次元画像データのうち少なくとも一方を、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集する点にある。

【 0 0 0 5 】本発明による画像生成装置の第一の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項 3 に記載した通り、対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所定の視点データに対応した二次元画像データを、任意の投影面への投影図として抽出する第一画像編集手段と、前記第一画像編集手段により抽出された二次元画像データを、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集する第二画像編集手段とを備えて構成してある点にある。さらに、本発明による画像生成装置の第二の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項 4 に記載した通り、対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所定の視点データに対応した二次元画像データを、任意の角度で交差する少なくとも二つの投影面への投影図として各別に抽

出する第一画像編集手段と、前記第一画像編集手段により抽出された二次元画像データのうち少なくとも一方を、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集する第二画像編集手段とを備えて構成してある点にある。

【 0 0 0 6 】本発明による仮想現実体験装置の第一の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項 5 に記載した通り、対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所定の視点データに対応して、任意の角度で交差する少なくとも二つの投影面への投影図として各別に抽出された二次元画像データを、前記投影面に対する視点位置関係と等価な視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写する第一映写機構を備えた点にある。本発明による仮想現実体験装置の第二の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項 6 に記載した通り、対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所定の視点データに対応して、任意の投影面への投影図として抽出され、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集された前記二次元画像データを映写する映写機構を備えた点にある。さらに、本発明による仮想現実体験装置の第三の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項 7 に記載した通り、対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所定の視点データに対応して、任意の角度で交差する少なくとも二つの投影面への投影図として各別に抽出された二次元画像データを、前記投影面に対する視点位置関係と等価な視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写する第一映写機構と、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集された前記二次元画像データを映写する第二映写機構とを備えた点にある。本発明による仮想現実体験装置の第四の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項 8 に記載した通り、上述の第一から第三の特徴構成に加えて、前記投影面が、前記対象空間に臨む所定の視点位置に対して、上下左右正面の五面の交差平面で構成される点にある。

【 0 0 0 7 】本発明による記録媒体の第一の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項 9 に記載した通り、対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所定の視点データに対応した二次元画像データを、任意の投影面への投影図として抽出し、抽出された二次元画像データを、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集した二次元画像データが記録された点にある。

【 0 0 0 8 】以下にその作用を説明する。例えば、建築物の外観や内観に対する事前の検討等を行う場合に、第

10

20

30

40

50

一画像編集手段は、予め生成された対象空間を表す三次元グラフィックデータに対して、評価すべき視点位置及び向きを定める所定の視点データが入力されると、その視点データから任意に設定された投影面に対する垂線を視線として、その投影面を介した作画領域、即ち視野空間を画定し、この視野空間に含まれる三次元グラフィックデータを前記投影面への透視直投影図として座標変換し、二次元画像データとして抽出するのである。ここに、透視投影とは、視点と投影面との距離が有限である場合の投影をいい、直投影とは、視線の向き(視軸)と投影面の成す角度が直角である場合の投影をいい、透視直投影とはそれらを組み合わせた場合の投影をいう。さて、前記第一画像編集手段により抽出された二次元画像データを、前記投影面に対する視点位置関係と等価な視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合には、幾何学的に相似形となり、歪み無く正確に映写されることになるが、前記投影面に対する視点位置関係とは非等価な視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合には、像歪みが発生することになる。例えば、映写面に対する映写用光学系の光軸が、前記視線とある角度をもってずれたような場合で、映写面に対して斜め方向から映写する場合に該当する。この場合には、第二画像編集手段により、前記第一画像編集手段により抽出された二次元画像データに対して予め逆特性の歪化編集を施すことにより、映写面に生じる像歪みが予め補正されることになる。

【0009】対象空間を表す三次元グラフィックデータに対して入力された所定の視点データから、上述の透視直投影がなされる投影面を、正面が奥行き側に配置される上下左右正面の五面の交差平面で構成し、各投影面に関して得られた五面に対応する二次元画像データを、各投影面に対する視点位置関係と等価な視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写するように第一映写機構を構成する。評価者が、その等価視点位置から上下左右正面の五面の交差平面でなる映写面を眺める場合には、臨場感溢れる建築空間を仮想的に実現することが可能となるのであり、そのような映写面と映写機器とで構成される映写機構によれば、可能な限りコンパクトな施設設置空間で大空間を表現しうるのである。

【0010】しかし、等価視点位置に各映写面に映写する複数の映写機器を設置するのは現実的に困難な場合がある。一般に映写機器としては静止画としてスライド映写器、動画としてフィルム映写器等があるが、これらはいずれも所定の専有空間を必要とするからである。そこで、任意の映写機器を前記投影面に対する視点位置関係とは非等価な視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写するように設置すれば、映写機器設置の問題は解消する。しかも、上述したように、第二画像編集手段により、前記第一画像編集手段により抽出された二次元画像データに対して予め逆特性の歪化編集を施

せば、前記投影面に対する視点位置関係とは非等価な視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合であっても、像歪みのない状態で映写可能となるのである。即ち、前記投影面に対する視点位置関係とは非等価な視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集された前記二次元画像データを映写する第二映写機構を設けるのである。

【0011】

10 【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、対象空間を表す三次元グラフィックデータに基づいて、可能な限りコンパクトな施設設置空間で歪みのない大空間を表現しうる画像生成方法、画像生成装置、及び、仮想現実体験装置を提供することができるようになった。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る画像生成方法、画像生成装置、及び、仮想現実体験装置を図面に基づいて説明する。図1から図4に示すように、仮想現実体験装置は、正面が奥行き側に配置された上下左右正面の直交平面で箱状に配置されたスクリーン(以下、「映写面S」と記す。)と、各映写面Sに対応して前面側から映写する映像投影機器Pとで構成してある。詳述すると、前記箱状の映写面Sで構成される空間規模は、幅5.6m、高さ2.1m、奥行き1.8mで、通常の一般オフィス容積に収まる大きさに構成され、図5に示すように、左右二面で構成される正面S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>、上面S<sub>3</sub>、S<sub>4</sub>、下面S<sub>5</sub>、S<sub>6</sub>、各一面で構成される左面S<sub>7</sub>、右面S<sub>8</sub>の合計8枚の直交平面で成り、図1から図3に示すように、各映写面Sに対応させて8台の映像投影機器P(P<sub>1</sub>、……、P<sub>8</sub>)を設置してある。前記箱状の映写面Sの手前側開口部の左右中央位置に体験者用の座席を設けて評価位置Rとし、その評価位置Rに着席した体験者にとって、全映写面Sに映った映像が一体感をもって見えるように各映像投影機器P(P<sub>1</sub>、……、P<sub>8</sub>)から映写される映像情報が後述の画像生成方法又は画像生成装置により予め生成されている。前記映像投影機器Pは、前記映像面Sでの解像度を高くするためにスライドプロジェクタを使用するとともに、広角レンズ(図示せず)と反射鏡Mを用いてコンパクトな光学系を実現している。さらに、前記映写面Sを、ある一つの映写面への投影光がそれと交差する隣接映写面へ反射して隣接映写面の色調が薄くなる現象を回避すべく、断面が波型となるリップルボードを用いて構成してある。

【0013】以下に、前記映像投影機器Pから映写すべき画像情報を生成する画像生成方法、及び、その方法を用いた画像生成装置について説明する。画像生成装置は、対象空間を表す三次元グラフィックデータを格納した記憶装置(図示せず)と、その三次元グラフィックデータから所望の二次元グラフィックデータを生成するグラフィックワークステーション(図示せず)及びそのグ

グラフィックワークステーションを作動させるプログラムであり、機能的には、前記記憶装置に格納された所望の対象空間を表す三次元グラフィックデータから所定の視点データに対応した二次元画像データを任意の投影面への透視直投影図として抽出する第一画像編集手段と、前記第一画像編集手段により抽出された二次元画像データを、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集する第二画像編集手段とを備えて構成してある。

【0014】第一編集手段による編集手順を、図6に示すフローチャートに基づいて説明する。最初に、前記記憶装置に格納された所望の対象空間を表す三次元グラフィックデータ、即ち、対象空間に配置された建築物の三次元形状データ、色・テクスチャデータ、ライティングデータ等を前記グラフィックワークステーションの内部メモリに読み込むとともに、視点位置及び向き（視線）でなる視点データを読み込む<#1>、<#2>。ここで、図7に示すように、視点位置R'は上述した評価位置Rにおける体験者の視点位置（以下、「評価位置」と記す。）と対応するものであり、評価位置Rと映写面Sとの位置関係が、視点位置R'と投影面S'との位置関係と等価な関係に保持されるように、評価位置Rから前記映写面Sの正面S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>との垂線が視点位置R'からの向きと重なるように箱状の投影面S'が設定される。次に、視点位置R'から投影面S'への投影図を抽出するのであるが、投影面S'は映写面Sに対応してS'、からS'、の8枚あり、投影図もそれに対応して8枚抽出する必要がある。そこで、先ず、図8（イ）に示すように、視点位置R'から投影面S'、に対する垂線を視線として<#3>、その投影面S'、を介した作画領域、即ち視野空間を画定し、この視野空間に含まれる三次元グラフィックデータのみを画像表示部分として選択して<#4>、選択された三次元グラフィックデータを前記投影面S'、への透視直投影図として座標変換し<#5>、二次元画像データとして画像出力する<#6>。以下、図8（イ）から（ハ）に示すように、投影面S'、から投影面S'、にかけて上述のステップ<#3>から<#6>を繰り返す。

【0015】一般に、視点と投影面との距離が有限である場合の投影を透視投影といい、直投影とは、視線の向き（視線）と投影面の成す角度が直角である場合の投影をいい、透視直投影とはそれらを組み合わせた場合の投影をいう。図7を用いて上述のステップ<#5>について詳述する。ワールド座標系XYZと視点座標系xyzの関係から投影図の座標計算を行う。視点の位置と方向、対象物、その周囲の環境の位置は、地面に固定されたワールド座標系で決定され、ワールド座標系のXY平面は水平に、Z軸は鉛直に設定する。視点座標のx軸は視線に平行に、y軸はUNV座標系のU軸に平行になる

ように設定する。ここに、投影面はUV平面となる。空間の任意の点pがワールド座標系の中で定義され、その座標が(X, Y, Z)であらわされているものとする。視点の座標を(x<sub>e</sub>, y<sub>e</sub>, z<sub>e</sub>)、方位各をα、仰角をβとし、点pを視点座標系でp' = (x, y, z)と表すと、両者の間には以下の関係式が成り立つ。

【0016】

【数1】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = T_{\beta} \cdot T_{\alpha} \begin{bmatrix} X - X_e \\ Y - Y_e \\ Z - Z_e \end{bmatrix}$$

ここで、

$$T_{\alpha} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_{\beta} = \begin{bmatrix} \cos \beta & 0 & -\sin \beta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \beta & 0 & \cos \beta \end{bmatrix}$$

【0017】即ち、視点座標系xyzを原点として、対象形状の透視変換を行う式となり、視点座標系を平行移動して視点座標(x<sub>e</sub>, y<sub>e</sub>, z<sub>e</sub>)に視点座標系の原点を持っていき、視点座標系のZ軸回りに方位角αだけ回転し、Y軸の回りに仰角βだけ回転するという3段階の座標変換を行うことになる。三次元画像を投影する画面は、視点座標系のx軸に垂直に設け、視距離（視点からUNV座標系の原点までの距離）をfとすれば、空間内の点pの投影面上の点p'の座標(U, V)は、 $U = -f \cdot (y/x)$ 、 $V = -f \cdot (z/x)$ で求めることができる。視点と注目点L(X<sub>L</sub>, Y<sub>L</sub>, Z<sub>L</sub>)が分かっている場合には数2により、方位角と仰角が求まり、方位角と仰角、視点か注目点Lまでの距離C<sub>L</sub>が分かっている場合には、視点座標(x<sub>e</sub>, y<sub>e</sub>, z<sub>e</sub>)は数3により求まる。

【0018】

【数2】

$$\text{方位角 } \alpha = \tan^{-1} \left( \frac{Y_e - Y_L}{X_e - X_L} \right)$$

$$\text{仰角 } \beta = \tan^{-1} \left( \frac{Z_e - Z_L}{a} \right)$$

$$a = \sqrt{(X_e - X_L)^2 + (Y_e - Y_L)^2}$$

【0019】

【数3】

$$X_e = \cos \beta \cdot \cos \alpha \cdot C_L + X_L$$

$$Y_e = \cos \beta \cdot \sin \alpha \cdot C_L + Y_L$$

$$Z_e = -\sin \beta \cdot C_L + Z_L$$

【0020】前記第一画像編集手段により抽出された投影面S'、から投影面S'、に対応する8枚の二次元画

像データを、投影面 $S'$ に対する視点位置関係と等価な視点位置、つまり評価位置 $R$ から、投影面 $S'$ と等価な関係を有する映写面 $S$ にフィットした状態、つまり隣接する映写面 $S$ の境界部での映像が連続するように映写した場合には透視変換の構図と幾何学的に相似形となり、歪み無く正確に映写される(映像投影装置 $P_1$ 、 $P_2$ に相当する。)ので、先の仮想現実体験装置の評価位置 $R$ に着席した体験者が全映写面に映った映像を一体感をもって見る事ができる。しかし、上述したように、評価位置 $R$ に各映写面 $S$ に映写する複数の映像投影機器を設置するのは、それぞれ固有の専有空間を必要とするために現実的に困難となる。そこで、任意の映像投影機器を前記投影面 $S'$ に対する視点位置関係とは異なる評価位置 $R$ から前記投影面 $S'$ と等価な関係を有する映写面 $S$ に映写するように設置すれば、映像投影機器設置の問題は解消するが、得られた二次元画像データをそのまま映写すると、映写面 $S$ に対する映写用光学系の光軸が、第一画像編集手段における透視変換時の視線とある角度をもってずれるために、つまり映写面に対して垂直に映写できないために像歪みが発生する(映像投影装置 $P_1$ から $P_2$ に相当する。)ことになる。そこで、前記第一画像編集手段により抽出された二次元画像データに対して予め逆特性の歪化編集を施すことにより、映写面に生じる像歪みを予め補正すべく、第二画像編集手段を設けている。前記第二画像編集手段は、図9に示すように、歪化編集の必要な各画像データとその画像データに対する歪化データを読み込みく#11>、各画像データに後述の画像歪化編集処理を行った後に、画像データを出力するように構成してあるく#12>、く#13>。以下に上述のステップく#12>の画像歪化編集処理について詳述する。図10(イ)に示すように、 $ad=bc=W$ 、 $ab=cd=H$ となる $abcd$ を頂点とする方形の元画像に対して、 $ad=W$ 、 $b'c'=W'$ 、高さ $H'$ となる $ab'c'd$ を頂点とする台形の画像に歪化編集を施す。さらに詳述すると、図11に示すように、先の仮想現実体験装置における映像投影機器 $P$ による光軸と映写面 $S$ の位置関係で定まる所定の入射角で入射したとき(方形の映写面の一辺に対してのみ光軸を傾けるように映像投影機器を配置したとき)に映写面 $S$ の長さ $L'$ 方向に画像をフィットさせるように映写すると、その時の光軸に垂直な仮想映写面 $S''$ の長さ $L$ との比 $L/L'$ が、 $H'/H$ に等しくなるので、この関係から $H'$ が求まり、 $W'$ が、 $W'=(2H'-H)W/H$ と求まる。画像を構成する各画素の歪化編集は、投影によっても不変関係を保つ複比を用いる。複比によれば、空間の直線上の3点を他の直線上へ投影したときにそれらの投影位置が決まれば、それらの点との相対的位置関係が与えられた第4の点の投影位置が決定されるので、図12に示すように、

$$AC \cdot BD / BC \cdot AD = A' C' \cdot B' D' / B' C' \cdot A' D'$$

$$C' \cdot A' D'$$

の関係が成立し、図10(ロ)、(ハ)に示すように、元画像の3点 $a$ 、 $e$ 、 $b$ とそれに対応する歪化編集後の画像 $a'$ 、 $e'$ 、 $b'$ (ここに、 $e$ は辺 $ab$ の中点である。)を設定すると、第4の点 $x$ に対する変換位置 $x'$ が定まる。これを各画素について繰り返すことにより歪化編集がなされる。即ち、上述の映写面 $S_1$ と映像投影機器 $P_1$ 、映写面 $S_2$ と映像投影機器 $P_2$ が、対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所定の視点データに対応して、任意の角度で交差する少なくとも二つの投影面への透視直投影図として各別に抽出された二次元画像データを、前記投影面に対する視点位置関係と等価な視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写する第一映写機構となり、映写面 $S_1$ と映像投影機器 $P_1$ から映写面 $S_2$ と映像投影機器 $P_2$ が、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを回避するように歪化編集された前記二次元画像データを映写する第二映写機構となる。

【0021】以下に本発明の別実施形態について説明する。上述した実施形態では、上下左右正面の5面の直交平面で映写面 $S$ を構成するものを説明したが、各映写面が直交するもの以外に鈍角で交差するように構成してもよい。特に正面と上面との交差角度を鈍角に設定することで、体験者への圧迫感を低減させることが可能になる。また、上下正面を左右の2枚で構成したものを説明したが、これは、体験者の左右両横直近位置に、それぞれの面に個々に映写するように映像投影機器を設置できる利点があるためであるが、その枚数は任意である。上述した実施形態では、映像投影機器としてスライドプロジェクタを用いて静止画像を映写するものを説明したが、液晶プロジェクタ等を用いて動画像を映写するものであってもよい。さらに、アナグリフ方式や液晶シャッター方式等を採用した立体視が可能なシステムとしてもよい。この場合には、より臨場感を奏することが可能となるばかりか、映写面の境界部分に見られる映写画像の多少の不連続性を目立たなくする効果が得られる。上述した実施形態では、映像投影機器として予め映写すべき画像を上述の画像生成装置により生成されたスライドを記録媒体として用いるものを説明したが、例えばインテリア等の検討では瞬時に家具等の配置を変更できるインタラクティブ性が要求されるので、映像投影機器と画像生成装置をリンクさせてこの要求に応えられるようにシステムを構成することもできる。例えば、映像投影機器として液晶プロジェクタを用い、それにリンクされる画像生成装置としてグラフィックワークステーションを採用するものが考えられる。これらの場合には、記録媒体として、半導体メモリ、磁気ディスク、光ディスク等の任意の記録媒体を使用できることはいうまでもない。即ち、対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所



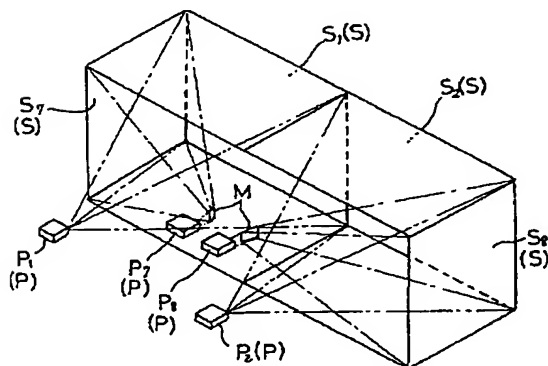
定の視点データに対応した二次元画像データを、任意の投影面への投影図として抽出し、抽出された二次元画像データを、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集した二次元画像データが記録された記録媒体は、当該二次元画像データが記録されたスライド、半導体メモリ、磁気ディスク、光ディスク等の任意の記録媒体を意味する。上述した実施形態では、画像編集方法及び装置として第二画像編集手段による歪化編集処理を、方形の映写面の一辺に対してのみ光軸を傾けるように映像投影機器を配置した場合に対応させたものとして説明したが、映写面と映像投影機器の配置はこれに限定するものではなく、またそのときに生じる歪みを回避するための歪化編集処理のアルゴリズムについても上述のものに限定するものではなく他の方法装置を用いることが可能である。映写面と映像投影機器の配置に基づく歪化編集処理をパラメータ化したアルゴリズムで構成してもよい。即ち、映写面上での歪化は、映写面と光軸との傾きによって決まる。従って、光軸と映写面との角度が垂直な場合、歪みはなく、どちらかの辺あるいは両方の辺に対し、光軸が傾いている場合、歪化された形状は傾きによって決まる。即ち、光軸の映写面に対する垂直方向に対する三次元的な傾きをパラメータとすれば良い。上述の実施形態では、対象空間を表す三次元グラフィックデータから、所定の視点データに対応して、任意の角度で交差する少なくとも二つの投影面への投影図として各別に抽出された二次元画像データを、前記投影面に対する視点位置関係と等価な視点位置から前記投影面と等価な関係を有する映写面に映写する第一映写機構と、前記投影面に対する視点位置関係とは異なる視点位置から前記

投影面と等価な関係を有する映写面に映写した場合に生じる歪みを予め補正するように歪化編集された前記二次元画像データを映写する第二映写機構の双方を備えた仮想現実体験装置について説明したが、仮想現実体験装置としては第二映写機構のみで構成してもよいし、第一映写機構のみで構成してもよい。第一映写機構のみで構成する場合には、各別に抽出された二次元画像データを、前記投影面に対する視点位置関係と等価な視点位置が映写機器の仮想光源位置となるように、その近傍に配した映写機器からの映写光線束を反射させる反射鏡を備えた光学系を構築することにより実現できる。上述の実施形態では、投影図として透視直投影するものを説明したが、平行投影であってもよいし、斜投影であってもよいし、またそれらの組み合わせであってもよい。

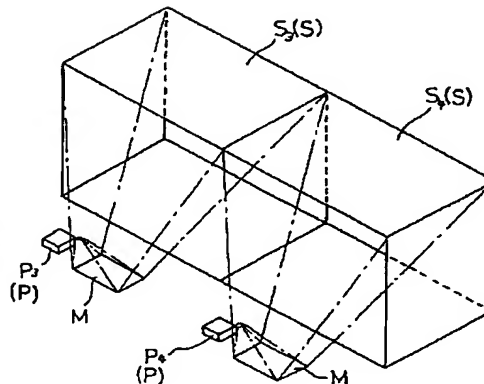
#### 【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 仮想現実体験装置のアイソメ図
- 【図 2】 仮想現実体験装置のアイソメ図
- 【図 3】 仮想現実体験装置のアイソメ図
- 【図 4】 仮想現実体験装置の平面図
- 【図 5】 仮想現実体験装置の説明図
- 【図 6】 フローチャート
- 【図 7】 投影変換の説明図
- 【図 8】 投影変換の説明図
- 【図 9】 フローチャート
- 【図 10】 歪化編集の説明図
- 【図 11】 歪化編集の説明図
- 【図 12】 歪化編集の説明図
- 【図 13】 ドーム型スクリーンの説明図
- 【図 14】 アーチ型スクリーンの説明図
- 【図 15】 箱型スクリーンの説明図

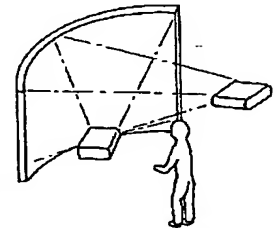
【図 1】



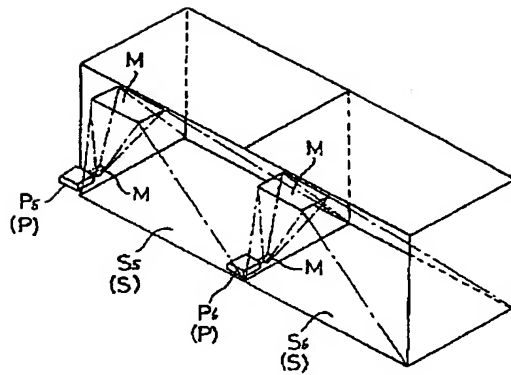
【図 2】



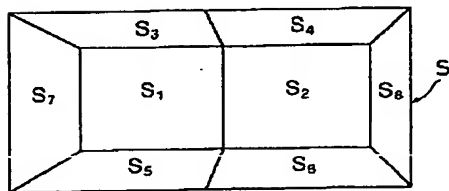
【図 14】



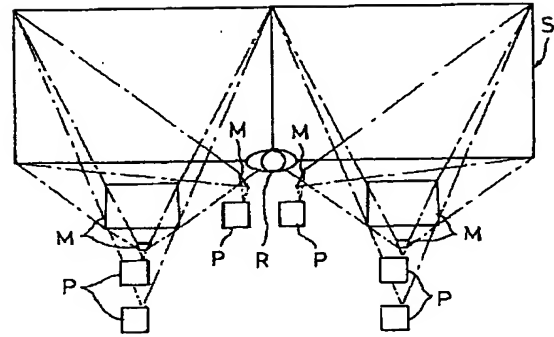
【図 3】



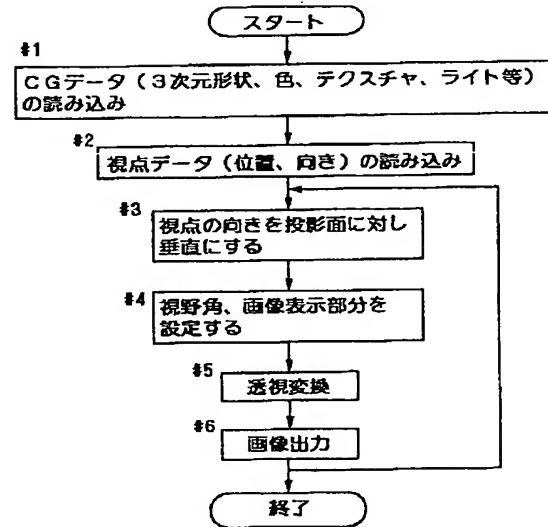
【図 5】



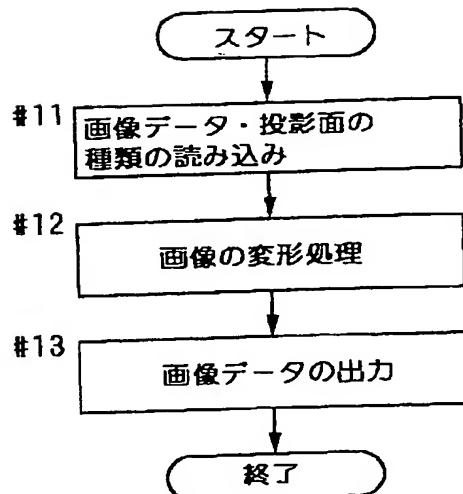
【図 4】



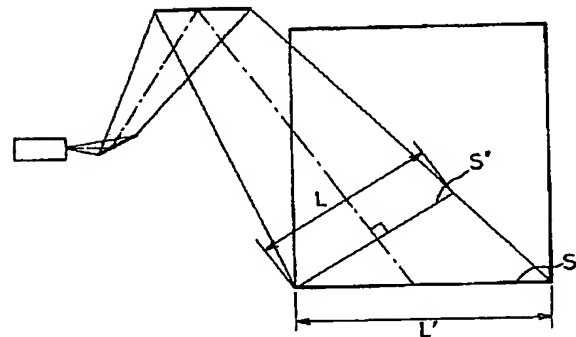
【図 6】



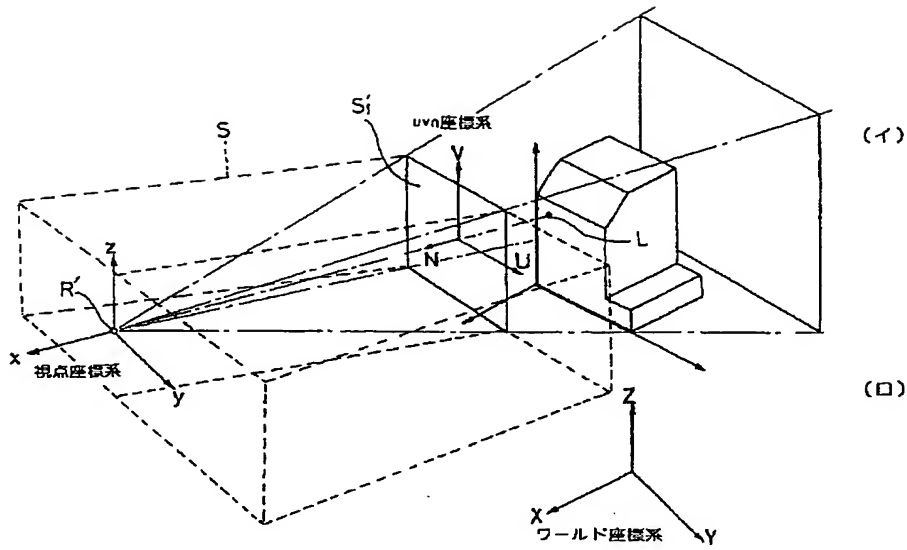
【図 9】



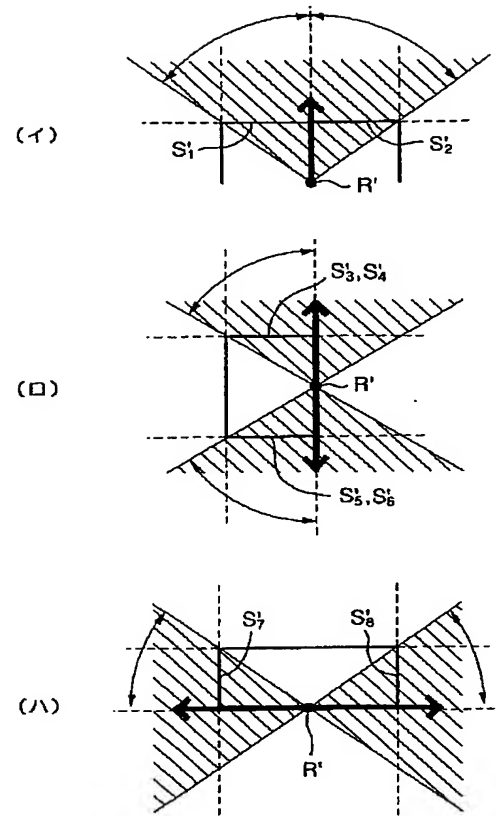
【図 11】



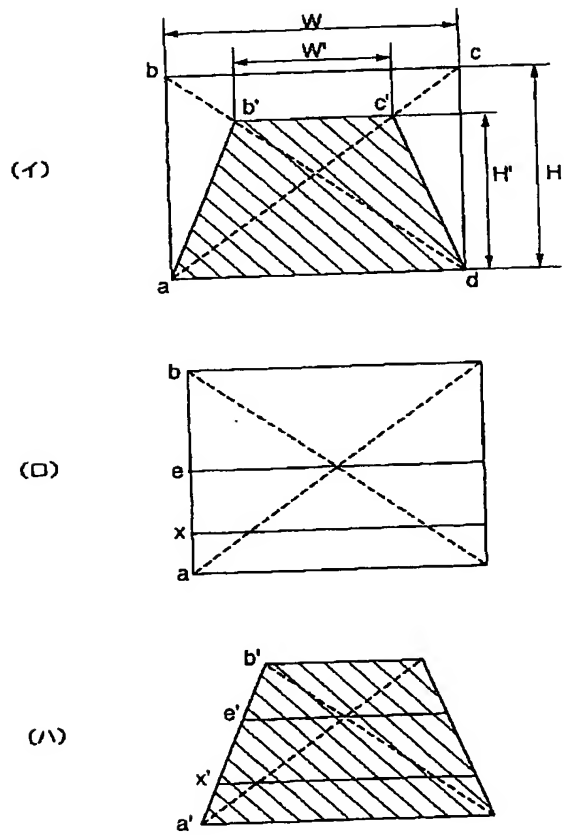
【図 7】



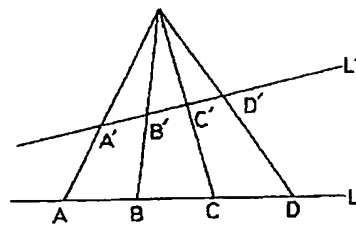
【图 8】



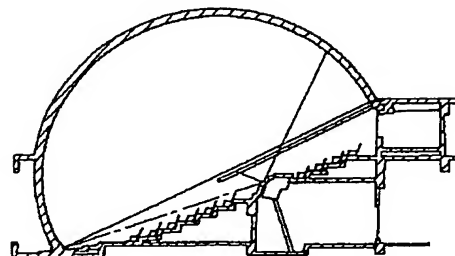
【図 10】



【図 12】

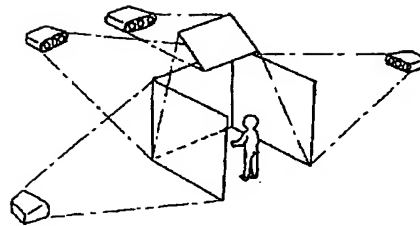


【図 13】





【図15】



---

フロントページの続き

(72) 発明者 北原 英雄  
大阪府大阪市中央区本町四丁目1番13号  
株式会社竹中工務店大阪本店内

(72) 発明者 桑村 文昭  
大阪府大阪市中央区本町四丁目1番13号  
株式会社竹中工務店大阪本店内